

RANCANG BANGUN INVERTER *PURE SINE WAVE* SATU FASA BERBASIS ARDUINO UNO

Muhammad Iskandar¹⁾, Muh. Yasa' Afroni²⁾, Bambang Minto³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Teknik Elektro, Universitas Islam Malang

^{2,3} Dosen Program Sarjana Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Malang
andaralves49@gmail.com , jasa.afroni@unisma.ac.id , bambang.minto@unisma.ac.id

Abstraksi

Inverter adalah suatu alat elektronika yang berfungsi mengubah dari sumber tegangan arus searah (DC) menjadi arus bolak balik (AC). Inverter banyak diaplikasikan pada pengaturan kecepatan motor arus searah (AC), peralatan-peralatan rumah tangga arus searah yang dicatu dari baterai. Gelombang keluaran *inverter* terdiri dari tiga macam yaitu *square wave* (SW), *modified sine wave* (MSW), dan *pure sine wave* (PSW). Melalui penelitian ini penulis melakukan perancangan inverter satu fasa dengan kapasitas 1000 Watt. Rangkaian driver menggunakan arduino uno serta pensaklaran (switching) menggunakan Mosfet IRF540N. Dalam perancangan inverter PSW satu fasa ini menggunakan tegangan dari baterai 12 VDC. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah *inverter* satu fasa dengan pensaklaran SPWM bipolar melalui program *arduino uno* dan mengaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari yang menghasilkan keluaran gelombang sinus murni dengan frekuensi dasar 50 Hz. Metode yang digunakan adalah metode penguat akhir H-bridge MOSFET IRF 540N. Inverter ini dirancang menggunakan baterai dengan tegangan 12V. Inverter bekerja paling efektif pada tegangan 236,2 V dan frekuensi 49.98 Hz.

Kata kunci: *Inverter, gelombang sinus, arduino uno, driver*

Abstract

The inverter is an electronic device that functions to change from a direct current (DC) voltage source to an alternating current (AC). Inverters are widely applied to direct current (AC) motor speed regulation, direct current household appliances that are used from batteries. The inverter output wave consists of three types, namely square wave (SW), modified sine wave (MSW), and pure sine wave (PSW). Through this research the writer designed a single phase inverter with a capacity of 1000 watts. The driver circuit uses the Arduino Uno and the switching uses the Mosfet IRF540N. In designing this single-phase PSW inverter, it uses a voltage from a 12 VDC battery. The purpose of this research is to design a single phase inverter with bipolar SPWM switching through the Arduino Uno program and apply it in everyday life which produces a pure sine wave output with a fundamental frequency of 50 Hz. The method used is the final H-bridge MOSFET IRF 540N amplifier method. This inverter is designed to use a battery with a voltage of 12V. The inverter works most effectively at a voltage of 236.2 V and a frequency of 49.98 Hz.

Key words: *inverter, sine wave, arduino uno, driver*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah penduduk di Indonesia terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, sehingga kebutuhan energinya semakin besar. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya krisis energi karena

konsumsi energi per kapita akan meningkat. Krisis energi juga dapat terjadi karena cadangan energi di dunia terutama energi fosil (minyak bumi, batu bara) semakin hari semakin menyusut. Hal ini diperparah dengan pemborosan dalam penggunaan energi fosil.

Berdasarkan kebijakan umum bidang energi (KUBE) dari departemen pertambangan dan energi, sifat dari minyak bumi dan gas alam yang tidak terbarukan (non renewable) serta cadangan di dalam bumi diperkirakan akan menurun.[1]

Untuk mengatasi masalah di atas maka diperlukan pembangkit tenaga listrik alternatif lain berupa energi terbarukan seperti *photovoltaic* (PV), energi angin, energi air dll. Energi alternatif adalah istilah yang merujuk kepada semua energi yang dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar konvensional. Akibat dari kurangnya stabilitas energi yang dihasilkan dari energi alternatif, maka dari itu diperlukan baterai untuk menyimpan energi. Untuk itu perlu adanya *inverter* untuk mengubah tegangan DC ke AC. *Inverter* dikelompokkan berdasarkan gelombangnya yaitu square wave (SW), modified sine wave (MSW), dan pure sine wave (PSW). Penelitian ini mengubah *inverter* PSW. Salah satu cara mengubah tegangan DC ke AC adalah dengan teknik Pulse Width Modulation (PWM). Teknik PWM dibuat dengan mengatur lebar pulsa dan periode yang tetap.[2]

Maka dari itu penelitian ini diambil guna untuk membuat energi alternatif yaitu sebuah *inverter* SPWM satu fasa dengan metode pensaklaran SPWM bipolar melalui program *arduino uno*. Penelitian ini berjudul *Rancang Bangun Inverter Pure Sine Wave Satu Fasa Berbasis Arduino Uno*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang inverter PSW satu fasa, kapasitas 1000 W, frekuensi 50 Hz, duty cycle 50%, I_{max} 10 A, dengan gelombang pure sine wave?
2. Bagaimana hasil pengujian inverter dengan menggunakan beban resistif, beban induktif dan beban kapasitif?

3. Bagaimana pengaruh PWM terhadap kualitas output dari inverter?
4. Berapa efisien dari inverter tersebut?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini ada beberapa hal yang akan dibatasi yaitu:

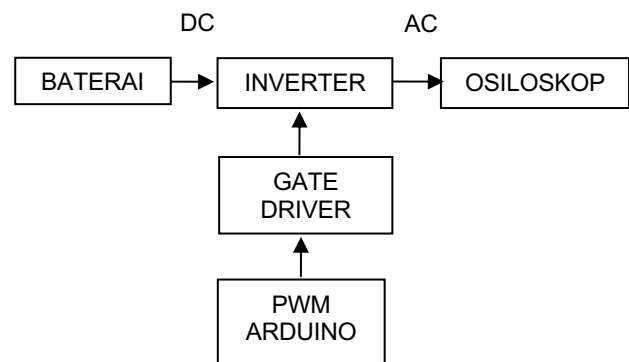
1. Inverter ini mempunyai spesifikasi H-bridge satu fasa, kapasitas input 12-15 VDC dengan output gelombang sinus murni.
2. Cara kerja inverter dengan mengatur Pulsa Width Modulation (PWM) melalui *Arduino uno*.
3. Pengujian inverter menggunakan heater 1000 W dan osiloskop digital dan beban-beban AC lainnya dengan trafo 10 A.

II. METODE PENELITIAN

II.1 Studi Literatur

Pada pembuatan alat eksperimen *inverter*, diawali dengan melakukan studi literatur mengenai perancangan alat eksperimen dan teori *inverter* agar didapatkan *topology* yang baik dan benar dalam *software* maupun *hardware* serta mencari literatur yang berkaitan dengan elemen-elemen yang digunakan dalam pembuatan alat *inverter pure sine wave* (PSW), misalnya *datasheet* komponen dan karakteristik mikrokontroler. Sumber literatur didapatkan dari buku-buku pendukung, *website*, dan jurnal ilmiah sebagai media informasi penunjang dalam mengerjakan tugas akhir.

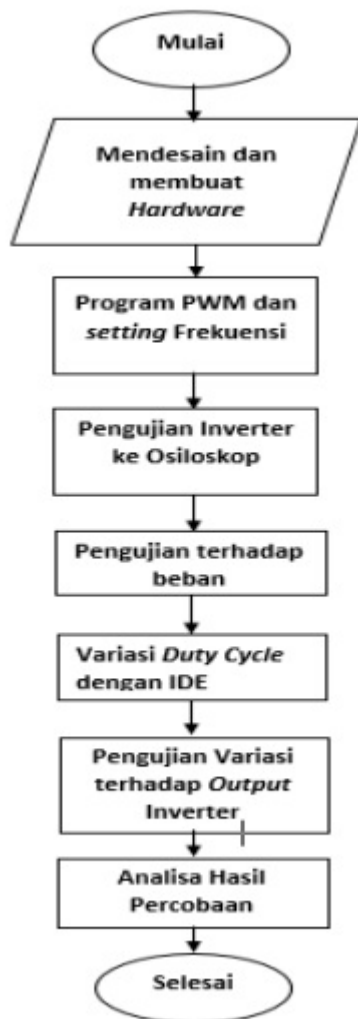
II.2 Blok Diagram Sistem



Gambar 3.1 Blok diagram sistem
Sumber : perancangan

Gambaran umum mengenai cara kerja alat inverter pure sine wave arduino uno. Pada perencanaan rangkaian driver ini menggunakan supply aki / baterai DC 12 V sebagai sumber energi dari inverter dan Arduino uno. Setelah itu diprogram di Arduino uno untuk menjadikan inverter dengan gelombang keluaran sinusoidal murni.

II.3 Diagram Alir Penyelesaian Masalah



Gambar 3.17 Diagram alir penyelesaian masalah

Sumber : perancangan

Gambar 3.17 merupakan diagram alir penyelesaian masalah untuk mempermudah alur dalam mengetahui tahap apa saja yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dalam penelitian ini, ada beberapa tahapan yaitu:

1. Mendesain Dan Membuat Hardware Inverter.

Inverter yang akan didesain spesifikasinya *H-Bridge* 1 fasa, kapasitas *input* 15-30 VDC, tegangan *output* inverter 25,96 VAC, tegangan *output* alat 220 VAC, daya *output* 660 W, efisiensi 81%, frekuensi 50 Hz,

2. Program PWM Dan Setting Frekuensi.

Program PWM dirancang dengan *software* Arduino uno, Frekuensi 50 Hz diatur melalui program. Pemograman nilai PWM menggunakan fungsi *digitalwrite*. Fungsi tersebut mengatur saklar dengan memberi nilai *high* atau *low* ke pin digital.

3. Pengujian Inverter Ke Osiloskop.

Arduino yang telah diunggah program, dihubungkan ke inverter. Kemudian inverter diberi *input* 12 VDC. Hasil dari gelombang diuji ke osiloskop. Kemudian diukur tegangan input dan output alat dengan menggunakan multimeter digital.

4. Pengujian Terhadap Beban.

Pengujian dilakukan saat inverter telah dinaikkan tegangannya oleh trafo. Inverter diuji pada lampu pijar 35 W dan beban-beban AC lainnya.

5. Variasi Duty Cycle Dengan IDE Arduino.

Variasi *duty cycle* berdasarkan metode SPWM. metodenya *bipolar switching*. Pensaklaran bipolar merupakan teknik mengubah sinyal pulsa berbeda-beda dalam satu periode. Pengujian variasi *duty cycle* diketahui hasil gelombangnya dengan osiloskop. Hasilnya menentukan nilai *mf*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

III.1 HASIL PENGUJIAN INVERTER

Pengujian inverter dilakukan untuk mengetahui apakah inverter yang sudah dibuat bisa mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC sesuai dengan yang diharapkan dengan frekuensi 50 Hz. Pengujian tegangan keluaran inverter yang dimaksud adalah pengujian setelah sinyal PWM yang sudah dibangkitkan, sudah diprogram melalui arduino dan dihubungkan

langsung dengan rangkaian inverter. Hasil pengujian rangkaian inverter dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Rangkaian Inverter

Input (V)	Output (V)	Arus (I)	Frekuensi (Hz)
12.4 V	226 V	4.8	49.9 HZ

Selain itu untuk mengetahui gelombang keluaran dari rangkaian inverter menggunakan oscilloscope dan didapatkan hasil sebagai pada gambar 3.1 :



Gambar 3.1 Gelombang keluaran inverter

Pengujian Rangkaian Inverter dengan beban

Pengujian rangkaian inverter dengan beban adalah pengujian yang dilakukan untuk melihat apakah inverter masih sudah dapat bekerja dengan baik saat terhubung dengan beban. Pada pengujian inverter dengan beban ini dilakukan dengan menggunakan beban yang bervariasi. Hasil pengujian inverter menggunakan beban dapat dilihat pada tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Inverter Dengan Variasi Beban

Kondisi beban	Volt (I)	arus (I)	Daya (O)	Volt (O)	Arus (O)	Beban real (W)
Tanpa beban	12,3	1,51	18,60	232	0.001	0.232
Lampu LED 5 W	12,3	2,19	26,93	232	0,02	4,64
Kipas angin 15 W	12,3	1.86	22,89	228	0,06	13.68
Lampu 32 W	12,2	1,96	23,9	202	0.14	28.28
Solder 40 W	12,2	2,31	28,18	198	0,20	39,6
Blender 220 W	11,9	4,58	54,77	141	0,34	47,94
Heater 1000 W	11,1	8,32	95,8	43,8	0,66	28,908

III.2 Hasil Perhitungan efisiensi inverter

Berdasarkan hasil pengujian diatas maka didapat efisiensi inverter pada masing – masing pengujian. Efisiensi pada umumnya adalah hubungan antara *input* dan *output*. Sama halnya juga hasil optimal yang dicapai dengan penggunaan sumber yang terbatas. Persamaan umum untuk mencari nilai efisiensi :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$$

1. Efisiensi pada beban 32 watt

$$N = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$= \frac{32,54}{42,25} \times 100\%$$

$$= 77.01 \%$$
2. Efisiensi pada beban 75 Watt

$$N = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$= \frac{84,12}{100,71} \times 100\%$$

$$= 83.53 \%$$
3. Efisiensi pada beban 1000 Watt

$$N = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$= \frac{10,16}{822,2} \times 100\%$$

$$= 10.02 \%$$

4. Efisiensi pada inverter :

Diketahui :

Vin : 5,08 V

Iin : 0,15 A

Vout : 5,2 V

Iout : 0,13 A

$$\eta = \frac{V_{out} \times I_{out}}{V_{in} \times I_{in}} \times 100 \%$$

$$\eta = \frac{5,2 \times 0,13}{5,08 \times 0,15} \times 100 \%$$

$$= 88,71 \%$$

5. Efisiensi pada transformator

Diketahui :

Vin : 5,2 V

Iin : 0,15 A

Vout : 214,8

Iout : 2,9 mA

$$\eta = \frac{V_{out} \times I_{out}}{V_{in} \times I_{in}} \times 100 \%$$

$$\eta = \frac{214,8 \times 2,9 \times 10^{-3}}{5,2 \times 0,15} \times 100 \%$$

$$= 79,87\%$$

hanya dengan mengubah program.

4.2 Saran

Beberapa hal yang dapat disarankan untuk pengembangan lebih lanjut terhadap penelitian ini:

- 1) Untuk mendapatkan hasil yang maksimal pilihlah baterai/aki yang mempunyai nilai (Ah) Ampere per hour lebih besar agar mendapatkan waktu yang lama pada baterai/aki, besarnya arus baterai/aki akan lebih tahan lama untuk mensuplai daya.
- 2) Untuk mendapatkan hasil rancangan inverter yang maksimal diperlukan adanya bantuan dari rekan-rekan lain, dengan pengajar yang ahli dibidang elektronika karena penelitian ini menggunakan komponen elektronika.
- 3) Lakukanlah pemeliharaan pada baterai/aki secara berkala agar mendapatkan tegangan keluaran dari inverter tetap maksimal.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran inverter yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Hasil dari pengujian telah berhasil dirancang sebuah Inverter DC to AC menggunakan system H-Bridge dengan bantuan trafo step up.
- 2) Hasil dari pengujian inverter PSW menghasilkan tegangan AC 220 Volt, frekuensi 50 Hz. Tegangan maksimum tertinggi AC 229 Volt.
- 3) Inverter mengalami drop tegangan pada saat menggunakan beban sebesar 1000 watt.
- 4) Penggunaan mikrokontroler sangat efektif digunakan sebagai pembangkit sinyal PWM pada inverter, dimana seting frekuensi, tegangan dan keluaran sinyal dapat diatur sesuai keinginan

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Luqman dan Sumardjo, "Solusi Menuju *Konvergensi* Arah Komunikasi Kebijakan Publik dalam Rangka Antisipasi Krisis Energi", vol. 15, (2), pp. 135-136. Mei-Agustus 2017.
- [2] N. Desiwantiyani, "Rancang Bangun *Inverter* SPWM", Skripsi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2018.
- [3] I. Sayekti, "Rancang Bangun Modul *Inverter* Gelombang *Sinus* menggunakan *Low – Pass Filter* Orde Dua sebagai Pengubah Gelombang Kotak menjadi *Sinus*", vol.12,(3), pp. 165. November 2018.
- [4] B. Didius Bangun, "Rancang Bangun *Inverter Sinus* Murni DC ke AC Berdaya Rendah Berbasis *Mikrokontroller* Atmega328", Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2017.
- [5] M. Falach, "Rancang Bangun *Inverter* Pengubah Tegangan DC 5 *Volt* ke Tegangan AC 220 *Volt* 50 Hz menggunakan *Power Bank* 2 Ampere", Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus, Kudus, 2018.
- [6] S. Nurhabibah Hutagalung dan M. Panjaitan, "*Prototype* Rangkaian *Inverter* DC ke AC 900 Watt", vol. 16, (3), pp. 280, Juli 2017.
- [7] S. Nasution, "Analisis Sistem Kerja *Inverter* untuk Mengubah Kecepatan Motor *Induksi* Tiga *Phasa* sebagai *Driver Robot*", vol. 3, (2), pp. 140, September 2012.
- [8] Aswardi, dkk. (2020, Agustus). Teknik Elektronika Daya. Ed.1 [Online]. Available: <https://books.google.co.id/?hl=id>
- [9] H. Hasan, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi", vol. 10, (2), pp. 173, Desember 2012.
- [10] F. Djuandi. (2011,Juli). Pengenalan Arduino. [Online]. Available: www.tokobu.com
- [12] Sutono. (2017). Modul Elektronika. Konsep Dasar Transistor. [Online]. Pp 1. Available: <http://repository.unicom.ac.id>